

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-311250

(43)Date of publication of application : 02.12.1997

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

(21)Application number : 08-129542

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO
LTD

(22)Date of filing : 24.05.1996

(72)Inventor : NAGAO HIDEYUKI

(54) OPTICAL AXIS ADJUSTING METHOD AND OPTICAL AXIS ADJUSTING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical axis adjusting method which is capable of simplifying a working stage for optical axis adjustment and shortening the working time and an optical axis adjusting device which is high in the accuracy of the optical axis adjustment and is simple in the work.

SOLUTION: The method for adjusting the optical axes of an optical semiconductor module and an optical fiber has an X-Y rough adjusting stage for adjusting the optical fiber at every approximately 100 μ m in the two directions perpendicular to the optical axis and orthogonal with each other and an X-Y fine adjusting stage for adjusting the optical fiber at every approximately 10 μ m, an X-Y superfine adjusting stage for adjusting the optical fiber at every approximately 1 μ m and a Z adjusting stage for moving the optical semiconductor module by a prescribed quantity in the optical axis direction.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-311250

(43)公開日 平成9年(1997)12月2日

(51)Int.Cl.⁴

G 0 2 B 6/42

識別記号

庁内整理番号

F I

G 0 2 B 6/42

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-129542

(22)出願日 平成8年(1996)5月24日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 長尾 英幸

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器
産業株式会社内

(74)代理人 弁理士 滝本 智之 (外1名)

(54)【発明の名称】 光軸調整方法及び光軸調整装置

(57)【要約】

【課題】 光軸調整の作業工程を簡略化し、作業時間を短縮することが可能な光軸調整方法及び光軸調整の精度が高く、作業が簡便な光軸調整装置を提供することを目的としている。

【解決手段】 光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法であって、光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100 μ m毎に調整するXY粗調整工程と、略10 μ m毎に調整するXY微調整工程と、略1 μ m毎に調整するXY超微調整工程と、光半導体モジュールを光軸方向に所定量だけ移動するZ調整工程を備えた光軸調整方法及び光軸調整装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法であって、前記光半導体モジュールに対して前記光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100μm毎に移動させて調整するXY粗調整工程と、前記XY粗調整工程により移動した前記光ファイバを前記光半導体モジュールに対して前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略10μm毎に移動させて調整するXY微調整工程と、前記XY微調整工程により移動した前記光ファイバを前記光半導体モジュールに対して前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略1μm毎に移動させて調整するXY超微調整工程と、前記XY超微調整工程により移動した前記光ファイバに対して、前記光半導体素子又は前記光ファイバに入射した光の光量より決定したZ軸移動量だけ前記光半導体モジュールを前記光軸方向に移動させて調整するZ調整工程を備えたことを特徴とする光軸調整方法。

【請求項2】前記Z調整工程により移動した前記光半導体モジュールに対して前記光ファイバを前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略10μm毎に移動させて*

$$\Delta Z = -1125.5 \times 10^{-6} (PW) + 7218.2$$

のそれぞれの関係式より決定されることを特徴とする請求項3に記載の光軸調整方法。

【請求項5】前記光半導体素子が受光素子であり、前記光量が前記光ファイバから出射され前記受光素子に入射した光の光量であることを特徴とする請求項1又は2の内のいずれか1に記載の光軸調整方法。

【請求項6】光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整装置であって、前記光半導体モジュールと前記光ファイバをそれぞれ個別に保持することができる保持手段と、前記光半導体モジュールに対して前記光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100μm毎、略10μm毎、略1μm毎のそれぞれの間隔で移動させて調整することができるXY調整手段と、前記光ファイバに対して前記光半導体モジュールを前記光軸方向に移動させて調整することができるZ調整手段を備えたことを特徴とする光軸調整装置。

【請求項7】前記光半導体素子が発光素子であって、前記発光素子を駆動する素子駆動手段と、前記光ファイバに入射した光の光量を測定する光量測定手段と、前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上における前記光半導体モジュールに対する前記光ファイバの位置と前記光量を同時に表示できる表示手段を備えたことを特徴とする請求項6に記載の光軸調整装置。

【請求項8】前記光半導体素子が受光素子であって、前記受光素子に入射した光の光量を測定する光量測定手段と、前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上における前記光半導体モジュールに対する前記光ファイバの位置

*調整する第2XY微調整工程と、前記第2XY微調整工程により移動した前記光ファイバを前記光半導体モジュールに対して前記光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略1μm毎に移動させて調整する第2XY超微調整工程を備えたことを特徴とする請求項1に記載の光軸調整方法。

【請求項3】前記光半導体素子が発光素子であり、前記光量が前記発光素子から出射され前記光ファイバに入射した光の光量であることを特徴とする請求項1又は2の内のいずれか1に記載の光軸調整方法。

【請求項4】前記Z軸移動量 ΔZ (μm)が、前記光量PW(μW)が640μW以上では(数1)、

【数1】

$$\Delta Z = -0.3338 \times PW + 665.06$$

前記光量PWが32mW以上640μW未満では(数2)、

【数2】

$$\Delta Z = 26672 \times PW^{-0.6031}$$

前記光量PWが5μW以上32μW未満では(数3)、

【数3】

と前記光量を同時に表示できる表示手段と、前記光ファイバに光を入射するための光源を備えたことを特徴とする請求項6に記載の光軸調整装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する専門分野】本発明は、光通信分野で使用される発光素子又は受光素子等の光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法及びその光軸調整装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光通信装置に用いられる発光ダイオード、レーザーダイオード等の発光素子やフォトダイオード等の受光素子は、通常レンズを介して光伝送媒体である光ファイバと光結合される。この光結合の効率が所定の仕様を満足するためには、発光素子や受光素子等の光半導体素子、レンズ、光ファイバをそれぞれ光軸調整する必要があるが、近年この光軸調整を簡素化するために光半導体素子とレンズを一体化した光半導体モジュールが開発されている。一方、このような光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法としては、例えば特開平1-180507号公報に開示されている光軸調整方法がある。この方法によれば、以下のようにして光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整がなされる。まず、光ファイバは基本光軸(Z軸)を含む互いに直交する2平面で回転できるように支持され、また基本光軸方向に移動可能となっている。光半導体モジュールは、その出射光軸が基本光軸にほぼ平行となるように固定され、光ファイバは光半導体モジュールの出射光軸上で受

光面が光半導体モジュールに近接して保持される。光軸調整方法は、面サーチ工程、角度サーチ工程、焦点サーチ工程からなり、この順序で調整が行われる。面サーチ工程では、光ファイバの透過光が光パワーメータでモニタされながら、基本光軸に垂直で互いに直交する2方向（X軸及びY軸）に光ファイバを移動させ光パワーメータの出力が最大となる位置に調整される。角度サーチ工程では、基本光軸を含み互いに直交する2平面上で光ファイバが受光面を中心に回転し、光パワーメータの出力が最大となる角度に調整される。焦点サーチ工程では、基本光軸方向に光ファイバを所定量移動させた後、基本光軸に垂直で互いに直交する2方向（X軸及びY軸）に光ファイバを移動させ光パワーメータの出力が最大となる位置に調整される。さらに、焦点サーチ工程を繰り返すことによって、最終的にX軸、Y軸、Z軸方向で光パワーメータの出力が最大となる位置を探す。即ち、Z軸方向の位置を変えて、XY平面内の最良の結合位置を探す作業を繰り返しながら、光ファイバと光半導体モジュールの光軸調整を行っている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従来の調整方法では、X軸、Y軸、Z軸のそれぞれ方向において光軸調整を何回も繰り返して行う必要があり、作業が煩雑で光軸調整における作業性に欠けるとともに、光軸調整に非常に長時間を要するため生産性に欠けるといふ問題点を有していた。

【0004】本発明は、上記従来の課題を解決するものであり、光軸調整における作業工程を簡略化し、作業時間を短縮して、作業性、生産性を著しく向上させることができる光軸調整方法の提供及び光軸調整における精度

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明の光軸調整方法は、光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法であって、光半導体モジュールに対して光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100 μ m毎に移動させて調整するXY粗調整工程と、XY粗調整工程により移動した光ファイバを光半導体モジュールに対して光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略10 μ m毎に移動させて調整するXY微調整工程と、XY微調整工程により移動した光ファイバを光半導体モジュールに対して光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略1 μ m毎に移動させて調整するXY超微調整工程と、XY超微調整工程により移動した光ファイバに対して、光半導体素子又は光ファイバに入射した光の光量より決定したZ軸移動量だけ光半導体モジュールを光軸方向に移動させて調整するZ調整工程を備えた構成よりなる。この構成により、光軸調整における作業工程を簡略化し、作業時間を短縮して、作業性、生

産性を著しく向上させることができる光軸調整方法を提供することが可能となる。

【0006】また、本発明の光軸調整装置は、光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整装置であって、光半導体モジュールと光ファイバをそれぞれ個別に保持することができる保持手段と、光半導体モジュールに対する光ファイバの位置を光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100 μ m毎、略10 μ m毎、略1 μ m毎のそれぞれの間隔で移動させて調整することができるXY調整手段と、光ファイバに対して光半導体モジュールを光軸方向に移動させて調整することができるZ調整手段を備えた構成よりなる。この構成により、光軸調整における精度が高く、作業が簡便で作業性、生産性が著しく優れた光軸調整装置を提供することが可能となる。

【0007】

【発明の実施の形態】本発明の請求項1に記載の発明は、光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法であって、光半導体モジュールに対して光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100 μ m毎に移動させて調整するXY粗調整工程と、XY粗調整工程により移動した光ファイバを光半導体モジュールに対して光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略10 μ m毎に移動させて調整するXY微調整工程と、XY微調整工程により移動した光ファイバを光半導体モジュールに対して光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略1 μ m毎に移動させて調整するXY超微調整工程と、XY超微調整工程により移動した光ファイバに対して、光半導体モジュール又は光ファイバに入射した光の光量より決定したZ軸移動量だけ光半導体モジュールを光軸方向に移動させて調整するZ調整工程を備えたこととしたものであり、光軸調整における作業工程を簡略化し、作業時間を短縮して、作業性、生産性を著しく向上させることができるという作用を有する。

【0008】光半導体素子としては、半導体レーザーやLED等の発光素子又はフォトダイオードやアバランシェフォトダイオード等の受光素子等が用いられる。

【0009】レンズとしては、球レンズ、非球面レンズ、円柱レンズ等が用いられるが、特にこれらに限定されるものではない。

【0010】光ファイバとしては、シングルモードファイバやマルチモードファイバ等が用いられる。

【0011】本発明の請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、Z調整工程により移動した光半導体モジュールに対して光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略10 μ m毎に移動させて調整する第2XY微調整工程と、第2XY微調整工程により移動した光ファイバを光半導体モジュールに対して光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略1 μ m毎に移動さ

せて調整する第2XY超微調整工程を備えたこととしたものであり、光半導体モジュールと光ファイバとの光結合効率が向上するという作用を有する。

【0012】本発明の請求項3に記載の発明は、請求項1又は2の内のいずれか1に記載の発明において、光半導体素子が発光素子であり、光量が発光素子から出射され光ファイバに入射した光の光量であることとしたものであり、発光素子を備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸方向の調整を機械的に行うことができるという作用を有する。

【0013】本発明の請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の発明において、Z軸移動量 ΔZ が、光量PWが640 μ W以上では(数4)、

$$\Delta Z = -1125.5 \times 10^{-6} (PW) + 7218.2$$

【0019】のそれぞれの関係式より決定されることとしたものであり、(数4)、(数5)、(数6)を用いて光ファイバに入射した光の光量からZ軸移動量を決定できるという作用を有する。

【0020】本発明の請求項5に記載の発明は、請求項1又は2の内のいずれか1に記載の発明において、光半導体素子が受光素子であり、光量が光ファイバから出射され受光素子に入射した光の光量であることとしたものであり、受光素子を備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸方向の調整を機械的に行うことができるという作用を有する。

【0021】本発明の請求項6に記載の発明は、光半導体素子とレンズを備えた光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整装置であって、光半導体モジュールと光ファイバをそれぞれ個別に保持することができる保持手段と、光半導体モジュールに対して光ファイバを光軸と垂直で互いに直交する2方向上で略100 μ m毎、略10 μ m毎、略1 μ m毎のそれぞれの間隔で移動させて調整することができるXY調整手段と、光ファイバに対して光半導体モジュールを光軸方向に移動させて調整することができるZ調整手段を備えたこととしたものであり、光軸調整における精度が高く、作業が簡便で作業性、生産性が著しく優れた光軸調整装置を提供することができるという作用を有する。

【0022】保持手段としてはクランプ等が用いられるが、特にこれに限定されるものではない。

【0023】XY調整手段、Z調整手段としてはサーボモータ等が用いられるが、特にこれに限定されるものではない。

【0024】本発明の請求項7に記載の発明は、請求項6に記載の発明において、光半導体素子が発光素子であって、発光素子を駆動する素子駆動手段と、光ファイバに入射した光の光量を測定する光量測定手段と、光軸と垂直で互いに直交する2方向上における光半導体モジュールに対する光ファイバの位置と光量を同時に表示できる表示手段を備えたこととしたものであり、光ファイバ

*【0014】

【数4】

$$\Delta Z = -0.3338 \times PW + 665.06$$

【0015】光量PWが32 μ W以上640 μ W未満では(数5)、

【0016】

【数5】

$$\Delta Z = 26672 \times PW^{-0.6031}$$

【0017】光量PWが5 μ W以上32 μ W未満では(数6)、

【0018】

【数6】

に入射した光の光量から光軸方向の光軸調整における光半導体モジュールの移動量を決定できるという作用を有する。

【0025】素子駆動手段としては定電流電源等が用いられるが、特にこれに限定されるものではない。

【0026】光量測定手段としては光量測定器等が用いられるが、特にこれに限定されるものではない。

【0027】表示手段としては、コンピューターに接続可能なCRTや液晶画面等が用いられるが、特にこれらに限定されるものではない。

【0028】本発明の請求項8に記載の発明は、請求項6に記載の発明において、光半導体素子が受光素子であって、受光素子に入射した光の光量を測定する光量測定手段と、光軸と垂直で互いに直交する2方向上における光半導体モジュールに対する光ファイバの位置と光量を同時に表示できる表示手段と、光ファイバに光を入射するための光源を備えたこととしたものであり、受光素子に入射した光の光量から光軸方向の光軸調整における光半導体モジュールの移動量を決定できるという作用を有する。

【0029】光源としては半導体レーザーやLED等の発光素子が用いられる。以下に、本発明の実施の形態の具体例を図1～図5を用いて説明する。

【0030】(実施の形態1)図1は本発明の第1実施の形態における光軸調整装置の断面模式図であり、図2は本発明の第1実施の形態における光軸調整装置の一部断面模式図である。本実施の形態における光軸調整装置は、図1及び図2に示したようにモジュール保持部1、ファイバ保持部2、X軸移動用モータ3、Y軸移動用モータ4、Z軸移動用モータ5、モータ制御部6、素子駆動用電源7、光量測定器8、表示部9、ケーブル10a～10fを備えており、モジュール保持部1とファイバ保持部2はともに筒状でその中心軸が平行となるように配設されている。また、図1及び図2において、11はモジュール保持部に保持された光半導体モジュール、12は発光素子、13は発光面、14はレンズ、15はレ

レンズホルダ、16はファイバ保持部に保持された光ファイバ、17は光ファイバの端面を示している。次に、本実施の形態における光軸調整装置の動作について、図1及び図2を用いて説明する。光半導体モジュール11の発光面13と光ファイバ16の端面17が対向するように、モジュール保持部1に光半導体モジュール11が、ファイバ保持部2に光ファイバ16がそれぞれ保持される。発光素子12はケーブル10fを介して素子駆動用電源7に接続されており、所定の電流で駆動されて発光する。発光面13より出射された光はレンズ14によって集光され、光ファイバ16に入射するが、光ファイバ16は光量測定器8に接続されており、光量測定器8によって光ファイバ16に入射した光の光量が測定される。ファイバ保持部2は、X軸移動用モータ3とY軸移動用モータ4によって、光半導体モジュール11に対して光軸と垂直で互いに直交する2方向(X軸及びY軸)上で略100 μ m毎、略10 μ m毎、略1 μ m毎のそれぞれの間隔で移動させて調整することができる。また、光半導体モジュール11は、Z軸移動用モータ5によって、光ファイバ16に対して光軸(Z軸)方向に移動可能となっている。X軸移動用モータ3及びY軸移動用モータ4、Z軸移動用モータ5は、ケーブル10a及び10b、10cのそれぞれを介してモータ制御部6に接続されており、その移動量が制御される。さらに、光量測定器8とモータ制御部6はケーブル10d、10eを介して表示部9に接続されており、X軸、Y軸、Z軸の各方向における移動量と、移動後の位置において光量測定器8で測定された光量が同一画面上に表示される。

【0031】以上のように、本実施の形態によれば、光軸と垂直で互いに直交する2方向(X軸及びY軸)上で光半導体モジュールに対して光ファイバを所定の移動量毎に移動させて調整することが可能であるとともに、移動量と移動後において光ファイバに入射する光の光量を同時に確認できることから、光軸調整における精度が高く、作業が簡便で作業性、生産性が著しく優れた光軸調整装置を提供することが可能となる。

【0032】尚、本実施の形態においては、X軸移動モータ及びY軸移動モータによって光半導体モジュールを光ファイバに対して移動できる構成でもよく、Z軸移動モータによって光ファイバを光半導体モジュールに対して移動できる構成でもよい。

【0033】(実施の形態2)図3は本発明の第2実施の形態における光軸調整装置の断面模式図であり、図4は本発明の第2実施の形態における光軸調整装置の一部断面模式図である。図3及び図4において、モジュール保持部1、ファイバ保持部2、X軸移動用モータ3、Y軸移動用モータ4、Z軸移動用モータ5、モータ制御部6、光量測定器8、表示部9、ケーブル10a~10e、ファイバ保持部に保持された光ファイバ16、光ファイバの端面17は第1実施の形態と同様のものである

ので、同一の符号を付して説明を省略する。また、図3及び図4において、18はモジュール保持部に保持された光半導体モジュール、19は受光素子、20は受光面、21はレンズ、22はレンズホルダ、23は光源、10gはケーブルである。本実施の形態における光軸調整装置が第1実施の形態と異なっている点は、光量測定器8によって光半導体モジュール18に配設された受光素子19の受光面20に入射する光の光量が測定できることと、光ファイバに光を入射するための光源23を備えていることである。次に、本実施の形態における光軸調整装置の動作について、図3及び図4を用いて説明する。光半導体モジュール18の受光面20と光ファイバ16の端面17が対向するように、モジュール保持部1に光半導体モジュール18が、ファイバ保持部2に光ファイバ16がそれぞれ保持される。光ファイバ16は光源23に接続され、光ファイバ16内を一定の光量の光が透過する。光ファイバ16内を透過した光は端面17より出射され、出射した光はレンズ21によって集光され、受光面20に入射する。受光素子19はケーブル10gを介して光量測定器8に接続されており、光量測定器8によって受光面20に入射した光の光量が測定される。ファイバ保持部2は、X軸移動用モータ3とY軸移動用モータ4によって、光軸と垂直で互いに直交する2方向(X軸及びY軸)上で光半導体モジュール18に対して略100 μ m毎、略10 μ m毎、略1 μ m毎のそれぞれの間隔で移動させて調整することができる。また、光半導体モジュール18は、Z軸移動用モータ5によって光軸(Z軸)方向に移動可能となっている。X軸移動用モータ3及びY軸移動用モータ4、Z軸移動用モータ5は、ケーブル10a、10b、10cのそれぞれを介してモータ制御部6に接続されており、その移動量が制御される。さらに、光量測定器8とモータ制御部6はケーブル10d、10eを介して表示部9に接続されており、X軸、Y軸、Z軸の各方向における移動量と、移動後の位置において光量測定器8で測定された光の光量が同一画面上に表示される。

【0034】以上のように、本実施の形態によれば、光軸と垂直で互いに直交する2方向(X軸及びY軸)上で光半導体モジュールに対して光ファイバを所定の移動量毎に移動させて調整することが可能であるとともに、移動量と移動後において受光素子に入射する光の光量を確認できることから、光軸と垂直で互いに直交する2方向上及び光軸方向における光軸調整を簡略化し、作業時間を短縮することが可能となる。

【0035】尚、本実施の形態においては、X軸移動モータ及びY軸移動モータによって光半導体モジュールを光ファイバに対して移動できる構成でもよく、Z軸移動モータによって光ファイバを光半導体モジュールに対して移動できる構成でもよい。

【0036】(実施の形態3)図5は本発明の第3実施

の形態による光軸調整方法の主操作手順を示す流れ図であり、図6は本発明の第3実施の形態によるX軸方向の光軸調整方法の操作手順を示す流れ図であり、図7は本発明の第3実施の形態によるY軸方向の光軸調整方法の操作手順を示す流れ図である。図5～図7を用いて、本実施の形態による光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整方法を説明する。まず、初動設定として光半導体モジュールの光軸と光ファイバの中心軸がほぼ平行となるように、光半導体モジュールに配設されたレンズと光ファイバの端面を近接させて配置する。尚、初動設定においては光半導体モジュールに対して、光ファイバの端面が常に同一位置となるようにする。次に、X軸粗調整及びY軸粗調整からなるXY粗調整工程、X軸微調整及びY軸微調整からなるXY微調整工程、X軸超微調整及びY軸超微調整からなるXY超微調整工程を順に行う。ここで、X軸粗調整、X軸微調整、X軸超微調整による操作手順を図6を用いて説明する。X軸粗調整、X軸微調整、X軸超微調整では、図6に示したように、まず光半導体モジュールに対して光ファイバを光軸と直交するX軸上の所定方向（-X方向）に5ピッチ移動させて調整する。ここで、1ピッチはX軸粗調整では100μm、X軸微調整では10μm、X軸超微調整では1μmである。次に、光ファイバをX軸上で-X方向と反対方向（+X方向）に1ピッチ移動させ、光半導体素子又は光ファイバに入射した光の光量を測定する。この操作を+X方向に合計10ピッチ移動させて調整するまで繰り返した後、光量が最大であった位置に光ファイバを移動させる。次に、Y軸粗調整、Y軸微調整、Y軸超微調整による操作手順を図7を用いて説明する。Y軸粗調整、Y軸微調整、Y軸超微調整では、図7に示したように、光軸及びX軸といずれも直交するY軸上の所定方向（-Y方向）に、光半導体モジュールに対して光ファイバを5ピッチ移動させて調整する。ここで、1ピッチはY軸粗調整では100μm、Y軸微調整では10μm、Y軸超微調整では1μmである。次に、光ファイバをY軸上で-Y方向と反対方向（+Y方向）に1ピッチ移動させ、光半導体素子又は光ファイバに入射した光の光量を測定する。この操作を+Y方向に合計10ピッチ移動させて調整するまで繰り返した後、光量が最大であった位置に光ファイバを移動させる。上記手順のXY粗調整工程、XY微調整工程、XY超微調整工程により、光軸に垂直で互いに直交する2方向上において光半導体モジュールと光ファイバの光軸調整を行った後、Z調整工程により光軸（Z軸）方向における光軸調整を行う。Z調整工程では、まずZ軸方向に移動させる距離（Z軸移動量）を光半導体素子又は光ファイバに入射した光の光量より決定する。このZ軸移動量の決定には、あらかじめXY粗調整工程、XY微調整工程、XY超微調整工程を経て光軸に垂直で互いに直交する2方向上で光軸調整された光半導体モジュールと光ファイバにおいて、光フ

ィバに対する光半導体モジュールの位置をZ軸方向に移動させて光半導体モジュール又は光ファイバに入射した光の光量を測定し、各光量におけるZ軸上の光ファイバの位置から最大光量が得られる位置までの光ファイバの必要移動量を決定しておく。Z調整工程では、このような光量と必要移動量の関係により求めたZ軸移動量だけ光ファイバに対して光半導体モジュールを移動させて調整する。上記手順により、光半導体モジュールと光ファイバとの光軸調整が完了する。

【0037】以上のように、本実施の形態によれば、光軸と垂直で互いに直交する2方向（X軸及びY軸）上で光半導体モジュールに対して光ファイバを所定の移動量毎に移動させて調整するとともに、光半導体モジュール又は光ファイバに入射した光の光量から、光軸方向における光半導体モジュールの移動量を決定して光軸方向の調整を機械的に行うことができることから、光軸調整における作業工程を簡略化し、作業時間を短縮して、作業性、生産性を著しく向上させることが可能となる。

【0038】尚、本実施の形態においては、XY粗調整工程、XY微調整工程、XY超微調整工程で光ファイバに対して光半導体モジュールを移動させてもよく、Z調整工程で光半導体モジュールに対して光ファイバを移動してもよい。また、本実施の形態による光軸調整方法は、Z調整工程の後に第2XY微調整工程、第2XY超微調整工程を行う構成でもよく、この構成により光半導体モジュールと光ファイバとの光結合効率を向上させることができる。

【0039】以下に、本発明を実施例により説明する。

【0040】

【実施例】発光素子（ローム社製、RLD-78PIT）とレンズ（アルプス電気社製、FLAP1Z、発光素子側NA0.3、発光素子側焦点距離2mm、光ファイバ側NA0.1、光ファイバ側焦点距離6mm）を備えた光半導体モジュールとマルチモードファイバ（フジクラ社製、NA0.21、コア径50μm）を用いて本発明の光軸調整方法により光軸調整を行った。尚、実施例で使用した光半導体モジュールにおいて、発光素子の発光面からレンズの発光素子側の端面までの距離は1.53mmであり、発光素子における出射光量は約3μWとした。光軸調整は、まず初動設定として光半導体モジュールの光軸と光ファイバの中心軸がほぼ平行となるように、光半導体モジュールに配設されたレンズと光ファイバの端面を近接させて配置し、この時光ファイバの端面の位置をレンズのファイバ側焦点位置よりも遠くなるようにした。次に、X軸粗調整及びY軸粗調整からなるXY粗調整工程、X軸微調整及びY軸微調整からなるXY微調整工程、X軸超微調整及びY軸超微調整からなるXY超微調整工程を順に行った後、Z調整工程を行い、さらにX軸微調整及びY軸微調整からなる第2XY微調整工程、X軸超微調整及びY軸超微調整からなる第2X

Y超微調整工程を行った。本実施例によるZ調整工程では、まずXY超微調整工程終了後にZ軸上で光ファイバを移動させて光ファイバに入射した光量を測定し、その測定結果より、光量PWとZ軸移動量 ΔZ の関係図(図8)を得た。この図において、Z軸移動量は光軸上においてレンズに近づく方向に移動させる距離を示している。図8において、Z軸移動量 ΔZ (μm)と光量PW(μW)は、光量PWが640 μW 以上では(数4)、光量PWが32 μW 以上640 μW 未満では(数5)、光量PWが5 μW 以上32 μW 未満では(数6)、のそれぞれの関係式で表すことが可能であった。これらの関係式を用いれば、本実施例と同様な構成を有する光半導体モジュールと光ファイバの光軸調整を、本発明の光軸調整方法により光軸調整する場合に、光量PWを用いてZ軸移動量 ΔZ を決定することができる。このようにして、Z軸方向において光結合効率が最大となる位置に光半導体モジュールとマルチモードファイバを光軸調整することができた。

【0041】図9に、第2XY微調整工程におけるX軸又はY軸方向への移動量と光ファイバに入射した光の光量との関係図を示した。このような関係図は、XY粗調整工程、XY微調整工程、XY超微調整工程、第2XY超微調整工程の各工程においても得られた。これらの関係図から、X軸及びY軸方向において光結合効率が最大となる位置に光半導体素子モジュールとマルチモードファイバを光軸調整することができた。

【0042】尚、(数4)、(数5)、(数6)に示した光量PWとZ軸移動量 ΔZ の関係式は、使用する光半導体モジュールに配設された発光素子やレンズ及び光ファイバの仕様、発光素子の発光量、所望する光結合効率等に依りて、変更及び最適化が必要であることは言うまでもない。

【0043】

【発明の効果】本発明の光軸調整方法によれば、光半導体モジュールと光ファイバとの光軸方向及び光軸と垂直で互いに直交する2方向上での光軸調整における作業工程を簡略化し、作業時間を短縮して、作業性、生産性を著しく向上させることができることから、光半導体モジュールと光ファイバを一体化した光LANモジュールの製造における量産性を向上することができるとともに、光LANモジュールを低コストで製造し供給することが可能になるという優れた作用を有する。

【0044】本発明の光軸調整装置によれば、光半導体モジュールと光ファイバとの光軸方向及び光軸と垂直で

互いに直交する2方向上での光軸調整における精度が高く、作業が簡便で作業性、生産性が著しく優れることから、光LANモジュールの製造における量産性を向上することができるとともに、光LANモジュールを低コストで製造し供給することが可能になるという優れた作用を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施の形態における光軸調整装置の断面模式図

【図2】本発明の第1実施の形態における光軸調整装置の一部断面模式図

【図3】本発明の第2実施の形態における光軸調整装置の断面模式図

【図4】本発明の第2実施の形態における光軸調整装置の一部断面模式図

【図5】本発明の第3実施の形態による光軸調整方法の主操作手順を示す流れ図

【図6】本発明の第3実施の形態によるX軸方向の光軸調整方法の操作手順を示す流れ図

【図7】本発明の第3実施の形態によるY軸方向の光軸調整方法の操作手順を示す流れ図

【図8】光量PWとZ軸移動量 ΔZ の関係図

【図9】第2XY微調整工程におけるX軸又はY軸方向への移動量と光ファイバに入射した光の光量との関係図

【符号の説明】

1 モジュール保持部

2 ファイバ保持部

3 X軸移動用モータ

4 Y軸移動用モータ

5 Z軸移動用モータ

6 モータ制御部

7 素子駆動用電源

8 光量測定器

9 表示部

10 a～g ケーブル

11, 18 モジュール保持部に保持された光半導体モジュール

12, 19 発光素子

13, 20 発光面

14, 21 レンズ

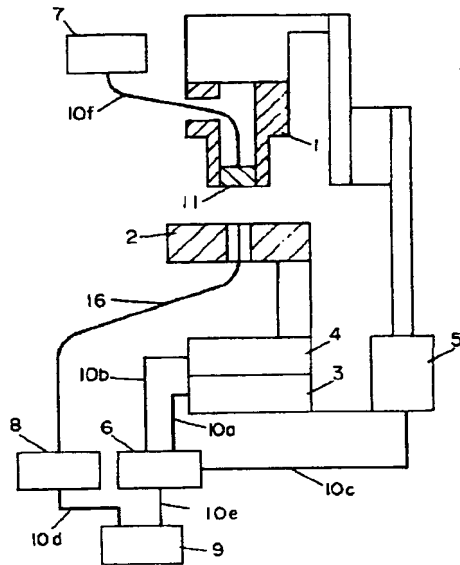
15, 22 レンズホルダ

16 ファイバ保持部に保持された光ファイバ

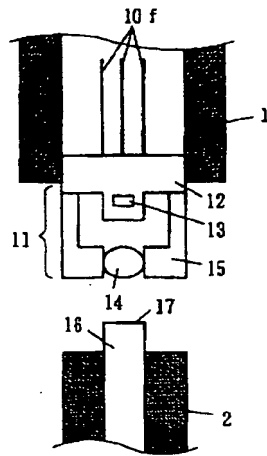
17 光ファイバの端面

23 光源

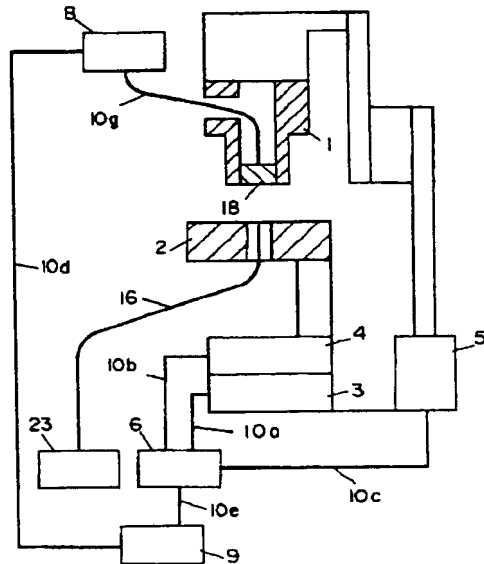
【図1】



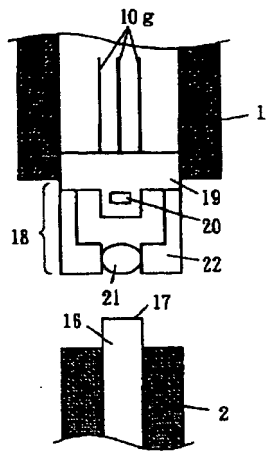
【図2】



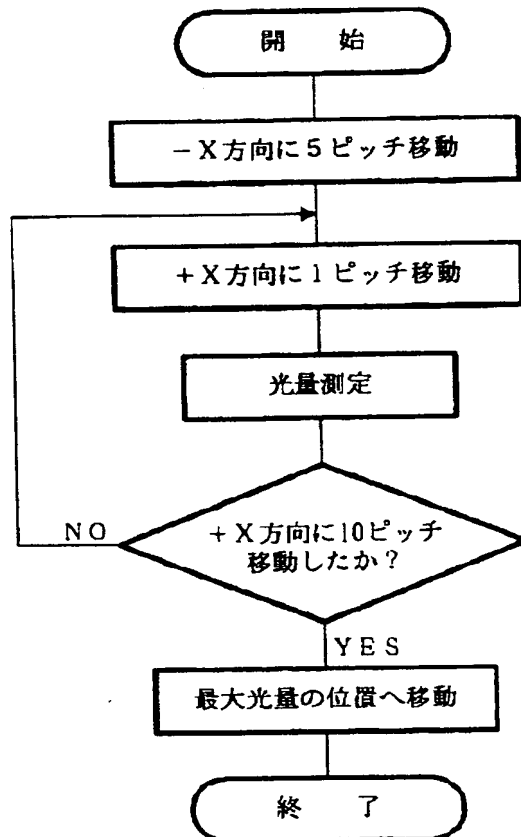
【図3】



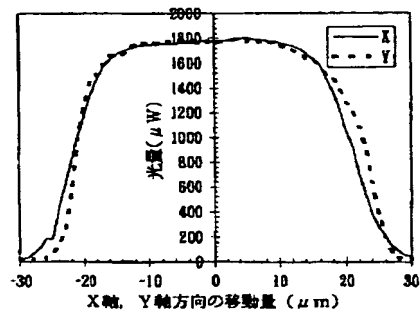
【図4】



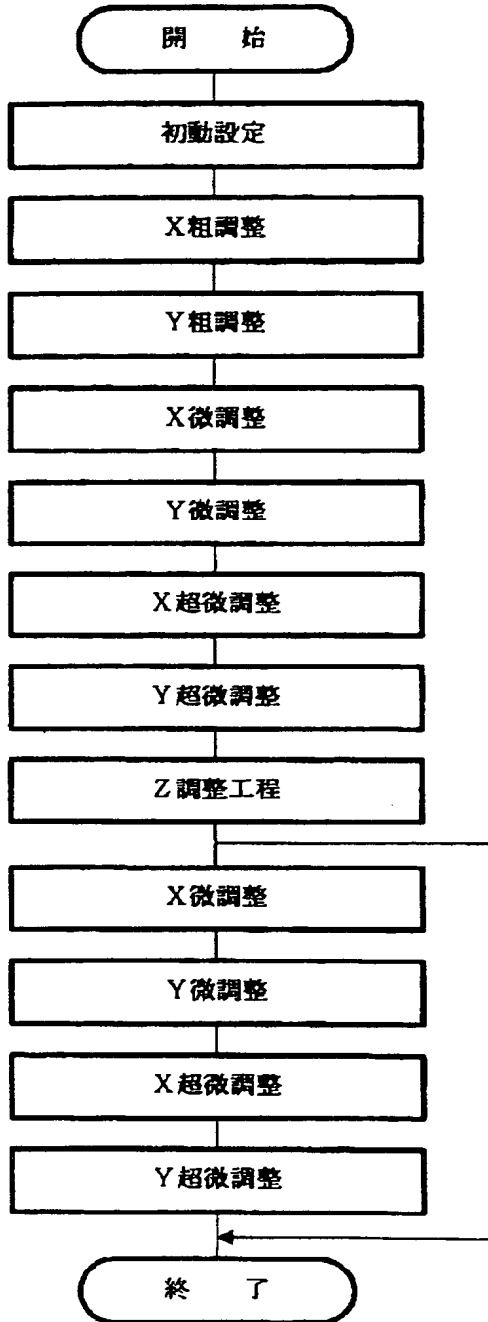
【図6】



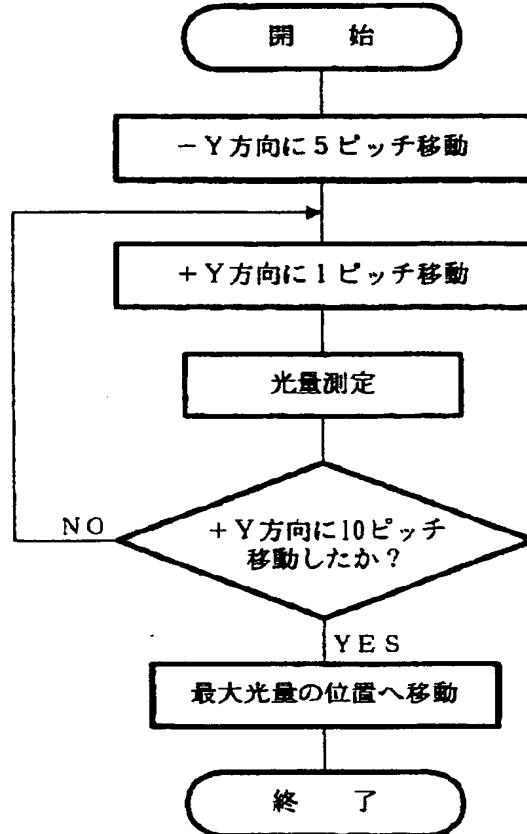
【図9】



【図5】



【図7】



【図8】

